

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-297400

(43)Date of publication of application : 17.10.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/10

(21)Application number : 2002-100244

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 02.04.2002

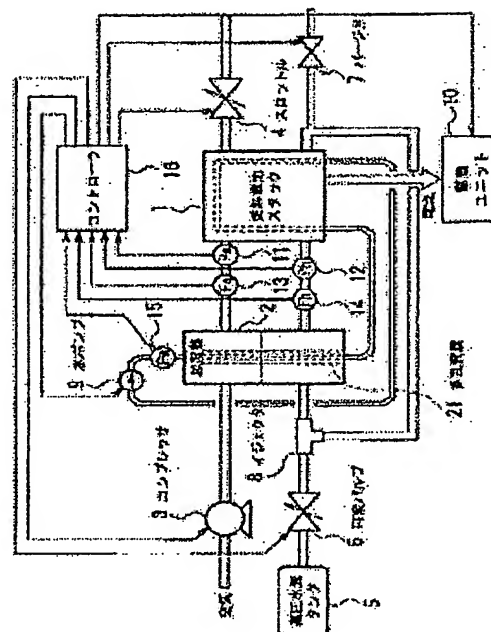
(72)Inventor : SUZUKI KEISUKE

(54) POWER GENERATION CONTROLLER FOR FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power generation controller for a fuel cell preventing deterioration of a porous membrane of a humidifier.

SOLUTION: The humidifier 2 humidifies at least one gas of fuel gas and oxidizer gas by humidifying water via the porous membrane 21. A controller 16 respectively controls an air pressure by a compressor 3 and a throttle 4 and a hydrogen pressure by a variable valve 6 on the basis of a detected value of a hydraulic sensor 15 detecting a pressure of the humidifying water so that a difference between the air pressure and the hydrogen pressure is a predetermined value or less.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]In a power generation controller of a fuel cell provided with a humidification means which humidifies at least one gas of fuel gas and oxidant gas with humidifying water via a porous membrane, A power generation controller of a fuel cell characterized by performing at least one pressure control of gas pressure and a humidifying water pressure so that it may be higher than a pressure of said humidifying water and a difference between gas pressure and a humidifying water pressure may become about a pressure of said gas below in a predetermined value.

[Claim 2]A power generation controller of the fuel cell according to claim 1 controlling a pressure of another side so that a difference with a pressure which was provided with a pressure detection means which detects at least one side of a pressure of said gas and a pressure of said humidifying water, and this pressure detection means detected becomes below in a predetermined value.

[Claim 3]Said pressure detection means is a hydraulic pressure detecting means which detects a pressure of humidifying water.

A power generation controller of the fuel cell according to claim 2 characterized by a difference between gas pressure and a humidifying water pressure carrying out below in a predetermined value by controlling a pressure of gas based on a pressure of humidifying water which this hydraulic pressure detecting means detected.

[Claim 4]By controlling gas pressure to compute objective pressure of gas based on an output of a fuel cell, to amend objective pressure of gas based on a pressure of humidifying water which said hydraulic pressure detecting means detected, and to become the amended objective pressure. A power generation controller of a fuel cell given in the Claim 3 paragraph, wherein a difference of gas pressure and a humidifying water pressure becomes below in a predetermined value.

[Claim 5]Claim 1 characterized by starting pressure control of humidifying water after it starts pressure control of gas and gas pressure reaches to specified pressure at the time of starting of a fuel cell thru/or a power generation controller of a fuel cell given in any 1 paragraph of Claim 4.

[Claim 6]At the time of a stop of a fuel cell, if a pressure of humidifying water approaches near atmospheric pressure, operation of humidifying water will be suspended previously.

Then, Claim 1 suspending operation of gas thru/or a power generation controller of a fuel cell given in any 1 paragraph of Claim 4.

[Claim 7]Claim 1, wherein said humidifying water serves also as cooling water of a fuel cell thru/or a power generation controller of a fuel cell given in any 1 paragraph of Claim 6.

[Claim 8]Claim 1, wherein a difference between said gas pressure and a humidifying water pressure has a lower limit thru/or a power generation controller of a fuel cell given in any 1 paragraph of Claim 7.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.***** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the power generation controller of the fuel cell provided with the humidifier which was applied to the power generation controller of the fuel cell, especially separated the gas passageway and the humidifying water channel via the porous membrane.

[0002]

[Description of the Prior Art]The operating temperature of a polymer electrolyte fuel cell is as low as about room temperature -100 **, and its warm-up time is short, and since it has a small light weight in high power density, research and development in it is wholeheartedly done as a power supply of an electric motor.

[0003]The principle of operation of a polymer electrolyte fuel cell is as follows. Fuel (hydrogen) gas is divided into a hydrogen ion (H^+ , proton) and an electron by the oxidation reaction by a catalyst in a fuel electrode (anode). A hydrogen ion moves the inside of a polymer electrolyte to the circumference from a fuel electrode with some water molecules to an oxidizing agent pole (cathode) in the state of hydration (H^+ and xH_2O). on the other hand, an electron should move an electron conductivity electrode and should pass external load circuits (motor etc.) -- it moves to a cathode. By oxygen in the air supplied from the outside, the reduction reaction of the electron which has moved in the external circuit, and the hydrogen ion which has moved in the inside of a polymer electrolyte is carried out with a cathode, and it generates water.

[0004]If the solid polymer electrolyte used with a solid polymer husks fuel cell is not a damp or wet condition, it will not demonstrate good hydrogen ion conductivity. The hydrogen ion which dissociated with the anode will be in the state where water runs short, near the anode surface of an electrolyte membrane in order to move the inside of an electrolyte to a cathode in the state of hydration, and in order to maintain power generation continuously, it needs to supply water.

[0005]Usually, supply of this water is performed by humidifying the hydrogen gas supplied to an anode. The air supplied to a cathode may be humidified.

[0006]As a humidifier which humidifies such fuel gas and air, in order to carry out a small weight saving to mount, the humidifier which separated the gas passageway and the humidifying water channel via the porous membrane is used.

[0007]It may be necessary to consider the humidified state of gas, and the endurance of a humidifier and to manage the differential pressure of gas pressure and water pressure in the fuel cell using the humidifier by a porous membrane. There is JP,H8-138705,A as a well-known example about management of the differential pressure of gas pressure and water pressure.

[0008]In the water and fuel gas which are supplied to a humidifier, this makes it water tend to penetrate a porous membrane by making the pressure of water into a value higher than the pressure of fuel gas, and this conventional technology humidifies gas.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, since the above-mentioned conventional technology makes the pressure of the water in a humidifier a value higher than gas pressure and gas is compressive fluid, when this method is applied to the humidifier of the structure where a porous membrane is thin, Supporting the pressure of the water which is incompressible fluid could not be finished, and, as a result, there was a problem of degrading a porous membrane according to the imbalance of the pressure of water and gas.

[0010]It is providing the power generation controller of a fuel cell which prevented the purpose of this invention having degraded the porous membrane of a humidifier in view of the above problem.

[0011]

[Means for Solving the Problem]In a power generation controller of a fuel cell with which this invention was

provided with a humidification means which humidifies at least one gas of fuel gas and oxidant gas with humidifying water via a porous membrane in order to attain the above-mentioned purpose, Let it be a gist to perform at least one pressure control of gas pressure and a humidifying water pressure so that it may be higher than a pressure of said humidifying water and a difference between gas pressure and a humidifying water pressure may become about a pressure of said gas below in a predetermined value.

[0012] Said pressure detection means is a hydraulic pressure detecting means which detects a pressure of humidifying water, and is controlling a pressure of gas based on a pressure of humidifying water which this hydraulic pressure detecting means detected, and it is preferred that a difference between gas pressure and a humidifying water pressure carries out below in a predetermined value.

[0013]

[Effect of the Invention] Since the pressure of the water which humidifies gas via a porous membrane is controlled lower than gas pressure according to this invention, Since the high pressure of the gas which is compressive fluid is supportable with the low pressure of the water which is incompressible fluid, even if a certain amount of differential pressure has arisen to both pressure, damage is not done to a porous membrane, and it is effective in the ability to protect a porous membrane, maintaining humidifying performance.

[0014] Usually, since the concentration distribution of moisture occurs in a porous membrane because water evaporates in the gas side, even if the pressure of water is lower than gas pressure, by diffusion by concentration distribution, water can be moved to the gas side and fully functions as a humidifier.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Next, with reference to Drawings, an embodiment of the invention is described in detail.

[A 1st embodiment] Drawing 1 is a lineblock diagram showing one embodiment of the fuel cell system provided with the power generation controller concerning this invention.

[0016] A fuel cell system is provided with the following in drawing 1.

The fuel cell stack 1 which is a fuel cell body.

The humidifier 2 which humidifies hydrogen and air which are supplied to the fuel cell stack 1 using a porous membrane.

The compressor 3 which compresses air and is sent to the humidifier 2.

The throttle 4 which controls the pressure and flow of air, and the high pressure hydrogen tank 5 which stores high pressure hydrogen, The variable valve 6 which controls the flow of high pressure hydrogen, and the purge valve 7 which carries out atmosphere release of the passage of a hydrogen system, and discharges the water inside a fuel cell outside, The ejector 8 for flowing back the intact hydrogen which came out from the fuel cell to the upper stream, The water pump 9 which supplies humidification service water to the humidifier 2, and the drive unit 10 which takes out an output from a fuel cell, The air pressure sensor 11 which detects the air pressure of a fuel cell entrance, and the hydrogen pressure sensor 12 which detects the hydrogen pressure of a fuel cell entrance, The air flow rate sensor 13 which detects the air flow rate which flows into a fuel cell, and the hydrogen flow rate sensor 14 which detects the hydrogen flow rate which flows into a fuel cell, The water pressure sensor 15 which detects the pressure of humidifying water, and the controller 16 which incorporates the signal of each sensor and drives each actuator based on the built-in control software.

[0017] Next, operation of the fuel cell system by the above-mentioned composition is explained. The compressor 3 compresses air and sends it to the humidifier 2, the humidifier 2 humidifies air using the pure water supplied with the water pump 9, and the humidified air is sent into the oxidizing agent pole of the fuel cell stack 1.

[0018] On the other hand, from the high pressure hydrogen tank 5, high pressure hydrogen is sent to the variable valve 6, and the variable valve 6 controls a hydrogen flow rate, and sends it to the ejector 8 while it decompresses hydrogen pressure. The ejector 8 is mixed, makes the new hydrogen gas and rotary flow hydrogen gas from the variable valve 7 join, and is sent to the humidifier 2. The humidifier 2 humidifies hydrogen with the pure water supplied with the water pump 9 like air, and the humidified hydrogen is sent into the fuel electrode of the fuel cell stack 1.

[0019] In the fuel cell stack 1, it generates electricity by making the air and hydrogen which were sent in react, and current (voltage) is supplied to the drive unit 10.

[0020] In this embodiment, the humidifying water passages 23 and 25 of the humidifier 2 and the cooling water passage established in the inside of the fuel cell stack 1 are connected in series, pure water is circulated with the water pump 9 in this water passage that carried out the series connection, and humidifying water has composition which serves as the cooling water of a fuel cell (it corresponds to Claim 7).

[0021] The remaining air used for the reaction by the fuel cell stack 1 is discharged out of a fuel cell, and after pressure control is performed by the throttle 4, it is discharged to the atmosphere. Although the remaining

hydrogen used for the reaction is discharged out of a fuel cell, by the ejector 8, it returns to the humidifier upper stream and is reused to power generation.

[0022]It has the air pressure sensor 11 which detects the air pressure of a fuel cell entrance, the air flow rate sensor 13 which detects an air flow rate and the hydrogen pressure sensor 12 which detects hydrogen pressure, the hydrogen flow rate sensor 14 which detects a hydrogen flow rate, and the water pressure sensor 15 which detects water pressure, These detection values are read into the controller 16.

[0023]While each detection value read from each sensor controls the compressor 3, the throttle 4, the variable valve 6, and the water pump 9 by the controller 16 to become a predetermined desired value decided from the target production of electricity at that time, It controls by ordering it the pressure actually realized to the desired value, and the output (current value) taken out from the fuel cell stack 1 to the drive unit 10 according to a flow.

[0024]Drawing 2 is a type section figure showing the inside of the humidifier 2. On both sides of the porous membrane 21, the gas passageway 24 for air, the humidifying water passage 23 and the gas passageway 26 for hydrogen, and the humidifying water passage 25 counter, respectively, and the humidifier 2 is formed.

[0025]As the porous membrane 21, it is a porosity film of a polyolefin system, a void content is more than 50 [%], and an average pore size uses what is 0.05 [μm] grades, for example.

[0026]This embodiment is humidified with the humidifier 2 to the both sides of air and hydrogen, correctly, it must control air pressure and hydrogen pressure, respectively so that differential pressure becomes to the water pressure of humidifying water in less than a predetermined value, but the following explanation only explains it as gas pressure for simplification.

[0027]This embodiment computes the objective pressure of gas based on the target output of a fuel cell, and performs pressure control of gas. The objective pressure of gas is amended based on the actual pressure of the water which the water pressure sensor 15 detected, and it humidifies by performing gas pressure control so that it may become the amended objective pressure so that it may be higher than the pressure of water in that case and both differential pressure may be settled in the pressure of gas at it more than a lower limit as for less than a predetermined value.

[0028]Next, the control action of the controller 16 in a 1st embodiment is explained with reference to drawing 10, drawing 11, drawing 13, and the control flow chart of drawing 14. Drawing 10 shall be a general flow chart and the controller 16 shall perform for every (every [For example, 10 [ms]]) predetermined time.

[0029]In Step (the step in a figure is abbreviated to S) 1001, the target production of electricity TPOWER of a fuel cell is computed. In Step 1002, target gas pressure TPR and the target gas flow rate TQ are computed from the table of drawing 7 and drawing 8 based on TPOWER.

[0030]In Step 1003, the amount TQWTR of target streams is computed from the table of drawing 9 based on TPOWER. In Step 1004, the detection value of the air pressure sensor 11 or the hydrogen pressure sensor 12 is read, and gas pressure PRGAS is detected. In Step 1005, the water pressure sensor 15 detects the water pressure power PRWTR.

[0031]In Step 1006, it judges whether a fuel cell system is during an activation procedure, in being during an activation procedure, it controls by Step 1008 at the time of starting, and it progresses to Step 1011.

[0032]When it is judged at Step 1006 that it is not during an activation procedure, it progresses to Step 1007 and judges whether a fuel cell system is during a shutdown procedure, in being during a shutdown procedure, it controls by Step 1009 at the time of a stop, and it progresses to Step 1011.

[0033]When it is judged at Step 1007 that it is not during a shutdown procedure, it progresses to Step 1010, and desired value amendment of gas pressure/the amount of streams is performed, and it progresses to Step 1011. At Step 1011, based on a desired value, control of gas and water is performed and this procedure is ended.

[0034]The gas pressure in Step 1010 of drawing 10 and the detailed content of the procedure of stream weight mark value amendment are shown in drawing 11 (it corresponds to Claims 1-4 and 8).

[0035]At Step 1101, it is judged whether target gas pressure TPR is larger than $\text{PRWTR} + \Delta \text{PRWTR1}$ (ΔPRWTR1 : a lower limit [kPa], for example, 50).

[0036]When large, it progresses to Step 1103 as it is. When not large, $\text{PRWTR} + \Delta \text{PRWTR1}$ is substituted for Step 1102 at TPR, and it progresses to Step 1103.

[0037]Step 1103 -- the target gas pressure TRP -- $\text{PRWTR} + \Delta \text{PRWTR2}$ ($\text{PRWTR2} > \text{PRWTR1}$ and a ΔPRWTR2 : predetermined value.) For example, it judges whether it is smaller than 100 [kPa], when small, it ends as it is, and when not small, at Step 1104, $\text{PRWTR} + \Delta \text{PRWTR2}$ is substituted for TPR and it ends.

[0038]Predetermined value ΔPRWTR2 is set up in the tolerance level which the porous membrane of a humidifier does not damage by differential pressure, for example, it is set as the value about 100 [kPa].

[0039]As mentioned above, so that there may be no damage to the porous membrane by the pressure of gas being low to the pressure of water, Even if there are an error of control and a response delay, lower limit

deltaPRWTR1 is set up so that the pressure of humidifying water may not become higher than gas pressure, and this value is made for example, into 50 [kPa] grades. In control of this embodiment, amendment of the desired value TQWTR of the amount of streams is omitted.

[0040]The detailed content of the procedure of control is shown in drawing 13 at the time of starting at Step 1008 of drawing 10 (it corresponds to Claim 5).

[0041]Control of this flow is for making control of humidifying water start, after it starts the pressure control of gas first at the time of starting of a fuel cell and the actual pressure of gas reaches specified pressure. By controlling in this way, the pressure of humidifying water can be prevented from exceeding the pressure of gas also at the time of starting, and the differential pressure of gas pressure and water pressure power can be stored within a predetermined value.

[0042]At Step 1301, it judges whether gas pressure PRGAS is larger than PRWTR+delta PRWTR1, when not large, the amount TQWTR of target streams is set to zero at Step 1302, and when large, by Step 1303, the flag of the end of control is set at the time of starting, and it ends.

[0043]The detailed content of the procedure of control is shown in drawing 14 at the time of a stop at Step 1009 of drawing 10 (it corresponds to Claim 6).

[0044]The actual pressure of water reaches the predetermined pressure near atmospheric pressure at the time of a stop of a fuel cell, and this flow control suspends operation of water previously, and stops control of those blasting fumes. By controlling in this way, the pressure of water is prevented from becoming higher than the pressure of gas also at the time of a stop.

[0045]At Step 1401, it judges, when not small, it ends as it is, when small, he follows to Step 1402 whether the water pressure power PRWTR is smaller than PR0+deltaPR1 (PR0 is atmospheric pressure), and the amount TQWTR of target streams is set to zero, and it progresses to Step 1403.

[0046]At Step 1403, it is judged whether the water pressure power PRWTR is smaller than PR0+deltaPR2 (deltaPR2<deltaPR1), When not small, it ends as it is, and when small, it progresses to Step 1404, and PR1 (desired value for suspending atmospheric pressure or the pressure control not more than it) is substituted for target gas pressure TPR, the target gas flow rate TQ is set to zero, and it ends.

[0047]Drawing 3 is a figure showing the situation of the gas at the time of controlling without using the actual pressure by the power generation controller of the fuel cell concerning this invention, and the pressure of humidifying water, and corresponds to Claim 1.

[0048]Like this embodiment, according to a target production of electricity, the desired value of gas pressure, a gas mass flow, and the amount of streams is computed, and each is controlled by this example to become that desired value. The table (from drawing 7 to drawing 9) of target gas pressure, a target gas flow rate, and the amount of target streams has a pressure of gas higher than the pressure of humidifying water as a result, and it shall be designed so that the differential pressure between gas pressure and a humidifying water pressure may be settled within a predetermined value.

[0049]However, the relation of the pressure of gas and water may shift by gas mixing aging and into humidifying water etc. The pressure currently assumed since it was not pressure control but control of flow cannot come in particular out of a humidifying water system. In that case, there is a possibility of the differential pressure of gas pressure and water pressure power exceeding tolerance level like drawing 3, and as a result degrading the porous membrane of the humidifier of a fuel cell.

[0050]So, as shown in drawing 4, in this embodiment as at least one actual pressure of gas pressure and a humidifying water pressure, Based on the detection value of the actual pressure of humidifying water, the objective pressure of gas is amended, and it controls by performing pressure control of gas so that it may become the objective pressure so that the differential pressure of gas pressure and water pressure power is settled in tolerance level.

[0051]The relation of the pressure of gas and water can be maintained at a predetermined relation with devising the method of the starting, and how to bring down also at the time of a stop at the time of starting of a fuel cell.

[0052]The situation of the control at the time of starting is shown in drawing 5. Control of water is started, after gas pressure and water pressure power start gas control first, and raise gas pressure from the time of the stop which is atmospheric pressure and real gas pressure goes into tolerance level with water pressure power. Thereby, it can start, maintaining the differential pressure of gas pressure and water pressure power at the predetermined range.

[0053]Here, although it turns out that the differential pressure of gas pressure and water pressure power is not settled in the predetermined range until control of water is started from the stop time, since the pressure is very small near atmospheric pressure, in this field, the problem by differential pressure being too small is not produced.

[0054]The situation of the control at the time of a stop is shown in drawing 6. If it controls towards a halt

condition and water pressure power goes into the prescribed range near atmospheric pressure, maintaining the differential pressure of gas pressure and water pressure power from the usual operational status, control of water will be suspended, and control of gas will be suspended if water pressure power becomes atmospheric pressure. Thereby, it can stop, maintaining the differential pressure of gas pressure and water pressure power at the predetermined range. Although the portion to which the differential pressure of gas pressure and water pressure power is not settled in the predetermined range is just before a stop as well as the time of starting, a problem is not produced when differential pressure is too small also here.

[0055][The effect of a 1st embodiment] According to a 1st embodiment described above, the following effect is acquired.

(1) Since it humidifies by performing pressure control so that it may be higher than the pressure of the humidifying water of a fuel cell and the differential pressure between gas and humidifying water may be settled within a predetermined value in the pressure of gas, it can prevent damaging the porous membrane of a humidifier.

(2) Since pressure control of gas is performed so that the actual pressure of humidifying water may be detected and it may become the actual pressure and the differential pressure within a predetermined value, even if humidifying water has not carried out target pressure control, differential pressure is certainly controllable within a predetermined value.

[0056](3) Since control of differential pressure will be performed by controlling the pressure of gas since humidifying water performs actual pressure detection, and a pressure can be controlled directly, control becomes easy.

[0057] Since a pressure will be indirectly controlled by being unable to control a pressure directly since there is only a pump in a humidifying water system contrary to this invention when it is going to control the pressure of humidifying water based on the actual pressure of gas, but controlling a flow, it is difficult to control with sufficient accuracy. Since the fuel cell system is usually equipped with a means to control the pressure of gas, this can be used in this embodiment.

[0058](4) By amending the objective pressure of gas based on the actual pressure of water, the differential pressure between gas pressure and water pressure power can store within a predetermined value with easier composition.

(5) Since the pressure control of gas is started, and control of humidifying water will be started at the time of starting of a fuel cell if gas pressure reaches to specified pressure, even when water pressure power, gas pressure, and atmospheric pressure start a system from the state which is atmospheric pressure, water pressure power can be prevented from exceeding gas pressure.

[0059](6) If the differential pressure between gas pressure and water pressure power is controlled toward a stop at the time of a stop of a fuel cell, with a predetermined relation maintained and water pressure approaches near atmospheric pressure, in order to suspend operation of water previously and to suspend operation of gas after that, Even when it has a system in the state of also becoming water pressure power and gas pressure with atmospheric pressure, the state where water pressure power is certainly lower than gas pressure can be maintained, and a system can be suspended.

(7) Humidifying water becomes what has a simple system configuration by serving also as the cooling water of a fuel cell.

[0060](8). By setting a lower limit as differential pressure control, the differential pressure of gas pressure and water pressure power becomes low, and gas pressure approaches water pressure power. Or a porous membrane can be prevented from the gas which is compressive fluid being unable to finishing supporting the pressure of the water which is incompressible fluid, and as a result being damaged according to the imbalance of the pressure of water and gas because water pressure power exceeds gas pressure. By setting up a lower limit with a certain amount of margin, even if there are an error of control and a response delay, the state where water pressure power is certainly lower than gas pressure is maintainable.

[0061][A 2nd embodiment] This embodiment is controlled to store the pressure of water in the predetermined range to the actual pressure of gas. Since the contents of the general flow chart of drawing 10 are the same as that of a 1st embodiment, only drawing 12 is explained.

[0062] The detailed content of the gas pressure / stream weight mark value amendment procedure in Step 1010 of drawing 10 is shown in drawing 12. Step 1201 — the water pressure power PRWTR — PRGAS-deltaPRGAS1 (deltaPRGAS1: — a lower limit.) For example, it judges whether it is smaller than 50 [kPa], when small, it progresses to Step 1203 as it is, and when not small, TQWTR-delta QWTR (deltaQWTR: correction value) is substituted for the amount TQWTR of target streams at Step 1202, TQWTR is amended, and it progresses to Step 1203.

[0063] At Step 1203, it is judged whether the water pressure power PRWTR is larger than PRGAS-delta PRGAS2

http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran_web_cgi_ejje?atw_u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.inpit.go.jp%2... 2010/04/23

(deltaPRGAS2: predetermined value >deltaPRGAS1 [kPa], for example, 100), When large, it ends as it is, and when not large, TQWTR+delta QWTR is substituted for the amount TQWTR of target streams at Step 1204, and TQWTR is amended and it ends.

[0064]Here, although a 1st embodiment shall amend gas pressure based on the actual pressure of water and a 2nd embodiment shall amend the pressure (flow) of water based on the actual pressure of gas, these may perform both simultaneously.

[0065]Any of the gas (hydrogen) of the fuel electrode of a fuel cell and the gas (air) of an oxidizing agent pole may be sufficient as the gas explained by an above embodiment, and the gas pressure used by a 2nd embodiment is good to use a value with those smaller pressures, when both fuel electrode gas and oxidizing agent pole gas are detectable.

[0066]In the embodiment described above, the humidification means mentioned as the example the system of "external humidification" which has a humidifier out of a fuel cell, as shown in drawing 2, but, [what is called] This invention is effective also to the system which there is a demand which manages the differential pressure power of gas and humidifying water similarly in the system of "internal humidification" which humidifies inside a fuel cell, and has this "internal humidification" as a humidification means.

[0067]The control to which a pressure is substantially changed by controlling a flow may be substituted for pressure control.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-297400

(P2003-297400A)

(43) 公開日 平成15年10月17日(2003.10.17)

(51) Int.Cl.

H01M 8/04

識別記号

FI

H01M 8/04

特コード(参考)

K 5H026

A 5H027

X

Y

8/10

8/10

審査請求 有 請求項の数 8 OL (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2002-100244(P2002-100244)

(22) 出願日

平成14年4月2日(2002.4.2)

(71) 出願人 000003897

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 鈴木 敬介

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100033806

弁理士 三好 秀和 (外7名)

Fターム(参考) 5H026 A06 C05

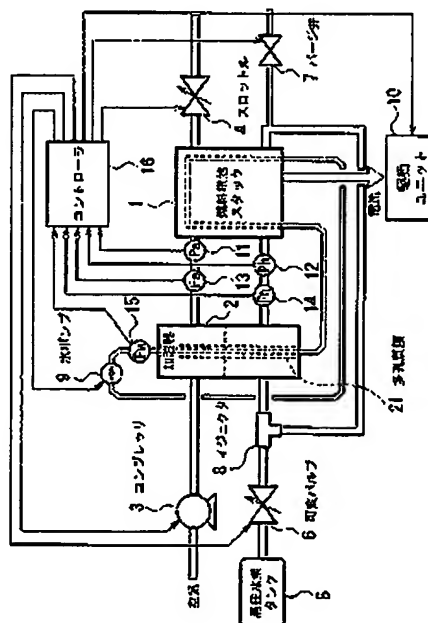
5H027 A06 K01 M01

(54) 【発明の名称】 燃料電池の発電制御装置

(57) 【要約】

【課題】 加湿器の多孔質膜を劣化させることを防止した燃料電池の発電制御装置を提供する。

【解決手段】 加湿器2は、燃料ガスと酸化剤ガスとの少なくとも一方のガスを多孔質膜21を介して加湿水により加湿する。コントローラ16は、加湿水の圧力を検出する水圧センサ15の検出値に基づいて、コンプレッサ3及びスロットル4により空気圧力を、可変バルブ6により水素圧力をそれぞれ制御することで、ガス圧力と加湿水圧力との間の差が所定値以下となるように制御する。



(2)

特開2003-297400

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料ガスと酸化剤ガスとの少なくとも一方のガスを多孔質膜を介して加湿水により加湿する加湿手段を備えた燃料電池の発電制御装置において、

前記ガスの圧力を前記加湿水の圧力よりも高く、かつ、ガス圧力と加湿水圧力との間の差が所定値以下となるように、ガス圧力と加湿水圧力の少なくとも一方の圧力制御を行うことを特徴とする燃料電池の発電制御装置。

【請求項2】 前記ガスの圧力と前記加湿水の圧力との少なくとも一方を検出する圧力検出手段を備え、該圧力検出手段が検出した圧力との差が所定値以下となるように他方の圧力を制御することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項3】 前記圧力検出手段は、加湿水の圧力を検出する水圧検出手段であり、

該水圧検出手段が検出した加湿水の圧力に基づいてガスの圧力を制御することで、ガス圧力と加湿水圧力との間の差が所定値以下とすることを特徴とする請求項2に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項4】 燃料電池の出力に基づいてガスの目標圧力を算出し、前記水圧検出手段が検出した加湿水の圧力に基づいてガスの目標圧力を補正し、その補正した目標圧力となるようにガス圧力を制御することで、ガス圧力と加湿水圧力との差が所定値以下とすることを特徴とする請求項3に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項5】 燃料電池の起動時に、ガスの圧力制御を開始し、ガス圧力が所定圧力まで到達した後に、加湿水の圧力制御を開始することを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項6】 燃料電池の停止時に、加湿水の圧力が大気圧付近に近づいたら先に加湿水の運転を停止し、その後、ガスの運転を停止することを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項7】 前記加湿水は、燃料電池の冷却水も兼ねることを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れか1項に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項8】 前記ガス圧力と加湿水圧力との間の差は、下限値を有することを特徴とする請求項1乃至請求項7の何れか1項に記載の燃料電池の発電制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池の発電制御装置に係り、特に多孔質膜を介してガス流路と加湿水流路とを隔てた加湿器を備えた燃料電池の発電制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】固体高分子型燃料電池は、運転温度が室温～100℃程度と低く、起動時間が短く、高出力密度で小型軽量であることから電動車両の電源として鋭意研

究開発されている。

【0003】固体高分子型燃料電池の動作原理は以下の通りである。燃料（水素）ガスは、燃料極（アノード）で触媒による酸化反応によって水素イオン（ H^+ 、プロトン）と電子に分かれる。水素イオンは、水和状態（ $H^+ \cdot x H_2O$ ）で周囲に数個の水分子を伴って高分子電解質中を燃料極から酸化剤極（カソード）へ移動する。一方、電子は電子導電性の電極を移動して外部の負荷回路（モータなど）を経てカソードへと移動する。外部回路を移動してきた電子と、高分子電解質中を移動してきた水素イオンは、外部から供給される空気中の酸素によってカソードで還元反応して水を生成する。

【0004】固体高分子型燃料電池で使用する固体高分子電解質は、湿潤状態であれば良好な水素イオン伝導性を発揮しない。またアノードで解離した水素イオンは、水和状態で電解質中をカソードへ移動するため、電解質膜のアノード表面付近では、水が不足する状態となり、連続して発電を維持するためには水を供給する必要がある。

【0005】通常、この水の供給は、アノードに供給する水素ガスを加湿することで行われている。また、カソードへ供給する空気を加湿する場合もある。

【0006】このような燃料ガスや空気を加湿する加湿器としては、車載用に小型軽量化するために、多孔質膜を介してガス流路と加湿水流路とを隔てた加湿器が用いられる。

【0007】多孔質膜による加湿器を用いた燃料電池では、ガスの加湿状態や加湿器の耐久性を考慮して、ガス圧力と水圧との差圧を管理する必要がある場合がある。ガス圧力と水圧との差圧の管理に関する公知例として、特開平8-138705号公報がある。

【0008】この従来技術は、加湿器に供給する水と燃料ガスにおいて、水の圧力を燃料ガスの圧力よりも高い値とすることで水が多孔質膜を透過しやすいうようにし、これによりガスを加湿する、というものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術は、加湿器における水の圧力をガス圧よりも高い値とするものであるから、多孔質膜が薄い構造の加湿器にこの方法を適用した場合、ガスは圧縮性流体であるため、非圧縮性流体である水の圧力を支えきれず、その結果、水とガスの圧力のアンバランスにより多孔質膜を劣化させるという問題点があった。

【0010】以上の問題点に鑑み本発明の目的は、加湿器の多孔質膜を劣化させることを防止した燃料電池の発電制御装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明は、燃料ガスと酸化剤ガスとの少なくとも一方のガスを多孔質膜を介して加湿水により加湿する加湿手段

(2)

特開2003-297400

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料ガスと酸化剤ガスとの少なくとも一方のガスを多孔質膜を介して加湿水により加湿する加湿手段を備えた燃料電池の発電制御装置において、

前記ガスの圧力を前記加湿水の圧力よりも高く、かつ、ガス圧力と加湿水圧力との間の差が所定値以下となるように、ガス圧力と加湿水圧力の少なくとも一方の圧力制御を行うことを特徴とする燃料電池の発電制御装置。

【請求項2】 前記ガスの圧力と前記加湿水の圧力との少なくとも一方を検出する圧力検出手段を備え、該圧力検出手段が検出した圧力との差が所定値以下となるように他方の圧力を制御することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項3】 前記圧力検出手段は、加湿水の圧力を検出する水圧検出手段であり、

該水圧検出手段が検出した加湿水の圧力に基づいてガスの圧力を制御することで、ガス圧力と加湿水圧力との間の差が所定値以下とすることを特徴とする請求項2に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項4】 燃料電池の出力に基づいてガスの目標圧力を算出し、前記水圧検出手段が検出した加湿水の圧力に基づいてガスの目標圧力を補正し、その補正した目標圧力となるようにガス圧力を制御することで、ガス圧力と加湿水圧力との差が所定値以下となることを特徴とする請求項3に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項5】 燃料電池の起動時に、ガスの圧力制御を開始し、ガス圧力が所定圧力まで到達した後に、加湿水の圧力制御を開始することを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項6】 燃料電池の停止時に、加湿水の圧力が大気圧付近に近づいたら先に加湿水の運転を停止し、その後、ガスの運転を停止することを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項7】 前記加湿水は、燃料電池の冷却水も兼ねることを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れか1項に記載の燃料電池の発電制御装置。

【請求項8】 前記ガス圧力と加湿水圧力との間の差は、下限値を有することを特徴とする請求項1乃至請求項7の何れか1項に記載の燃料電池の発電制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池の発電制御装置に係り、特に多孔質膜を介してガス流路と加湿水流路とを隔てた加湿器を備えた燃料電池の発電制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】固体高分子型燃料電池は、運転温度が室温～100℃程度と低く、起動時間が短く、高出力密度で小型軽量であることから電動車両の電源として鋭意研

究開発されている。

【0003】固体高分子型燃料電池の動作原理は以下の通りである。燃料（水素）ガスは、燃料極（アノード）で触媒による酸化反応によって水素イオン（ H^+ 、プロトン）と電子に分かれる。水素イオンは、水和状態（ $H^+ \cdot x H_2O$ ）で周囲に数個の水分子を伴って高分子電解質中を燃料極から酸化剤極（カソード）へ移動する。一方、電子は電子導電性の電極を移動して外部の負荷回路（モータなど）を経てカソードへと移動する。外部回路を移動してきた電子と、高分子電解質中を移動してきた水素イオンは、外部から供給される空気中の酸素によってカソードで還元反応して水を生成する。

【0004】固体高分子型燃料電池で使用する固体高分子電解質は、湿潤状態でなければ良好な水素イオン伝導性を発現しない。またアノードで解離した水素イオンは、水和状態で電解質中をカソードへ移動するため、電解質膜のアノード表面付近では、水が不足する状態となり、追って発電を維持するためには水を供給する必要がある。

【0005】通常、この水の供給は、アノードに供給する水素ガスを加湿することで行われている。また、カソードへ供給する空気を加湿する場合もある。

【0006】このような燃料ガスや空気を加湿する加湿器としては、車載用に小型軽量化するために、多孔質膜を介してガス流路と加湿水流路とを隔てた加湿器が用いられる。

【0007】多孔質膜による加湿器を用いた燃料電池では、ガスの加湿状態や加湿器の耐久性を考えて、ガス圧力と水圧との差圧を管理する必要がある場合がある。ガス圧力と水圧との差圧の管理に関する公知例として、特開平8-138705号公報がある。

【0008】この従来技術は、加湿器に供給する水と燃料ガスにおいて、水の圧力を燃料ガスの圧力よりも高い値とすることで水が多孔質膜を透過しやすいようにし、これによりガスを加湿する、というものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術は、加湿器における水の圧力をガス圧よりも高い値とするものであるから、多孔質膜が薄い構造の加湿器にこの方法を適用した場合、ガスは圧縮性流体であるため、非圧縮性流体である水の圧力を支えきれず、その結果、水とガスの圧力のアンバランスにより多孔質膜を劣化させるという問題点があった。

【0010】以上の問題点に鑑み本発明の目的は、加湿器の多孔質膜を劣化させることを防止した燃料電池の発電制御装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明は、燃料ガスと酸化剤ガスとの少なくとも一方のガスを多孔質膜を介して加湿水により加湿する加湿手段

(3)

特開2003-297400

3

4

を備えた燃料電池の発電制御装置において、前記ガスの圧力を前記加湿水の圧力よりも高く、かつ、ガス圧力と加湿水圧力との間の差が所定値以下となるように、ガス圧力と加湿水圧力の少なくとも一方の圧力制御を行うことを要旨とする。

【0012】また、前記圧力検出手段は、加湿水の圧力を検出する水圧検出手段であり、該水圧検出手段が検出した加湿水の圧力に基づいてガスの圧力を制御することで、ガス圧力と加湿水圧力との間の差が所定値以下とすることが好ましい。

【0013】

【発明の効果】本発明によれば、多孔質膜を介してガスを加湿する水の圧力がガス圧力よりも低く制御されるので、圧縮性流体であるガスの高い圧力を非圧縮性流体である水の低い圧力により支えることができるため、両者の圧力にある程度の差圧が生じていても多孔質膜に損傷を与えることなく、加湿性能を維持しつつ多孔質膜を保護できるという効果がある。

【0014】通常、水がガス側に蒸発することで多孔質膜内には水分の濃度分布が発生するため、水の圧力がガス圧力よりも低くても濃度分布による拡散では水はガス側へ移動することが可能であり、充分に加湿器として機能する。

【0015】

【発明の実施の形態】次に図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【第1実施形態】図1は、本発明に係る発電制御装置を備えた燃料電池システムの一実施形態を示す構成図である。

【0016】図1において、燃料電池システムは、燃料電池本体である燃料電池スタック1と、燃料電池スタック1に供給する水素及び空気を多孔質膜を用いて加湿する加湿器2と、空気を圧縮して加湿器2へ送るコンプレッサ3と、空気の圧力及び流量を制御するスロットル4と、高圧水素を貯蔵する高圧水素タンク5と、高圧水素の流量を制御する可変バルブ6と、水素系の通路を大気開放して燃料電池内部の水を外部に排出するパージ弁7と、燃料電池から出てきた未使用の水素を上流へ還流するためのイジェクタ8と、加湿器2に加湿用水を供給する水ポンプ9と、燃料電池から出力を取り出す駆動ユニット10と、燃料電池入口の空気圧力を検出する空気圧力センサ11と、燃料電池入口の水素圧力を検出する水素圧力センサ12と、燃料電池へ流入する空気流量を検出する空気流量センサ13と、燃料電池へ流入する水素流量を検出する水素流量センサ14と、加湿水の圧力を検出する水圧センサ15と、各センサの信号を取り込み、内蔵された制御ソフトウェアに基づいて各アクチュエータを駆動するコントローラ16とを備えている。

【0017】次に、上記構成による燃料電池システムの動作を説明する。コンプレッサ3は空気を圧縮して加湿

器2へ送り、加湿器2は水ポンプ9で供給された純水を用いて空気を加湿し、加湿された空気が燃料電池スタック1の酸化剤極へ送り込まれる。

【0018】一方、高圧水素タンク5からは高圧水素が可変バルブ6へ送られ、可変バルブ6は水素圧力を減圧するとともに水素流量を制御してイジェクタ8へ送る。イジェクタ8は、可変バルブ7からの新規水素ガスと還流水素ガスを混合、合流させ、加湿器2へ送る。加湿器2は空気と同様に水ポンプ9で供給された純水で水素を加湿し、加湿された水素が燃料電池スタック1の燃料極へ送り込まれる。

【0019】燃料電池スタック1では送り込まれた空気と水素を反応させて発電を行い、電流（電圧）を駆動ユニット10へ供給する。

【0020】また、この実施形態では、加湿器2の加湿水通路23、25と、燃料電池スタック1の内部に設けた冷却水通路とを直列に接続し、この直列接続した水通路内に純水を水ポンプ9で循環させ、加湿水が燃料電池の冷却水を兼ねる構成としている（請求項7に対応）。

【0021】燃料電池スタック1で反応に使用した残りの空気は燃料電池外へ排出され、スロットル4で圧力制御が行われた後、大気へ排出される。また、反応に使用した残りの水素は燃料電池外へ排出されるが、イジェクタ8によって加湿器上流へ還流されて発電に再利用する。

【0022】燃料電池入口の空気圧力を検出する空気圧力センサ11と空気流量を検出する空気流量センサ13、水素圧力を検出する水素圧力センサ12と水素流量を検出する水素流量センサ14、水圧を検出する水圧センサ15を備え、これらの検出値はコントローラ16へ読み込まれる。

【0023】コントローラ16では、各センサから読み込んだ各検出値が、その時の目標発電量から決まる所定の目標値になるように、コンプレッサ3、スロットル4、可変バルブ6、水ポンプ9を制御するとともに、目標値に対して実際に実現されている圧力、流量に応じて燃料電池スタック1から駆動ユニット10へ取出す出力（電流値）を指令し制御を行う。

【0024】図2は、加湿器2の内部を示す模式断面図である。加湿器2は、多孔質膜21を挟んで空気用のガス通路24と加湿水通路23、水素用のガス通路26と加湿水通路25が矢々対向して設けられている。

【0025】多孔質膜21としては、例えば、ポリオレフィン系の多孔質フィルムであって、空孔率が50[%]以上で、平均孔径が0.05[μm]程度のものを用いる。

【0026】本実施形態は、空気及び水素の双方に加湿器2で加湿しており、正確には空気圧力及び水素圧力を加湿水の水圧に対して差圧が所定値以内となるようにそれぞれ制御しなければならないが、以下の説明では、簡

(4)

特開2003-297400

5

6

単化のために、単にガス圧力として説明する。

【0027】本実施形態は、燃料電池の目標出力に基づいてガスの目標圧力を算出し、ガスの圧力制御を行う。その際にガスの圧力を水の圧力よりも高く、かつ、両者の差圧が所定値以内、下限値以上に収まるように、水圧センサ15が検出した水の実圧力に基づいてガスの目標圧力を補正し、その補正した目標圧力となるようにガス圧力制御を行うことで加湿を行うものである。

【0028】次に、第1実施形態におけるコントローラ16の制御動作を図10、図11、図13、図14の制御フローチャートを参照して説明する。図10がゼネラルフローチャートであり、コントローラ16が所定時間毎（例えば10〔ms〕毎）に実行するものとする。

【0029】ステップ（図中ステップは、Sと略す）1001では、燃料電池の目標発電量TPOWERを算出する。ステップ1002では、TPOWERに基づいて図7、図8のテーブルから目標ガス圧力TPR、目標ガス流量TQを算出する。

【0030】ステップ1003では、TPOWERに基づいて図9のテーブルから目標水流量TQWTRを算出する。ステップ1004では、空気圧力センサ11または水素圧力センサ12の検出値を読み込み、ガス圧力PRGASを検出する。ステップ1005では、水圧センサ15により水圧力PRWTRを検出する。

【0031】ステップ1006では、燃料電池システムが起動手順中であるかどうかを判断し、起動手順中である場合にはステップ1008で起動時制御を行い、ステップ1011へ進む。

【0032】ステップ1006で起動手順中でないと判断した場合には、ステップ1007へ進み、燃料電池システムが停止手順中であるかどうかを判断し、停止手順中である場合にはステップ1009で停止時制御を行い、ステップ1011へ進む。

【0033】ステップ1007で停止手順中でないと判断した場合には、ステップ1010へ進み、ガス圧力/水流量の目標値補正を行い、ステップ1011へ進む。ステップ1011では目標値に基づき、ガスと水の制御を行い、この手続きを終了する。

【0034】図11には、図10のステップ1010でのガス圧力及び水流量目標値補正の手続きの詳細内容を示す（請求項1～4、8に対応）。

【0035】ステップ1101では目標ガス圧力TPRが $PRWTR + \Delta PRWTR1$ （ $\Delta PRWTR1$ ：下限値、例えば50〔kPa〕）より大きいかなかを判断する。

【0036】大きい場合はそのままステップ1103へ進む。小さい場合はステップ1102でTPRに $PRWTR + \Delta PRWTR1$ を代入してステップ1103へ進む。

【0037】ステップ1103では目標ガス圧力TRP

が $PRWTR + \Delta PRWTR2$ （ $PRWTR2 > PRWTR1$ 、 $\Delta PRWTR2$ ：所定値、例えば100〔kPa〕）より小さいか判断し、小さい場合はそのまま終了し、小さくない場合はステップ1104でTPRに $PRWTR + \Delta PRWTR2$ を代入して終了する。

【0038】所定値 $\Delta PRWTR2$ は、差圧により加湿器の多孔質膜が損傷しない許容範囲内に設定され、例えば100〔kPa〕程度の値に設定される。

【0039】上述のように、ガスの圧力が水の圧力に対して低いことによる多孔質膜の損傷がないように、また、制御の誤差、応答遅れがあったとしても、加湿水の圧力がガス圧力よりも高くなることの無いように下限値 $\Delta PRWTR1$ を設定し、この値は例えば50〔kPa〕程度としておく。なお、本実施形態の制御では、水流量の目標値TQWTRの補正は行っていない。

【0040】図13には、図10のステップ1008での起動時制御の手続きの詳細内容を示す（請求項5に対応）。

【0041】このフローの制御は、燃料電池の起動時にまずガスの圧力制御を開始し、ガスの実圧力が所定圧力に到達してから、加湿水の制御を開始させるためのものである。このように制御することで、起動時にも加湿水の圧力がガスの圧力を上回ることを防止し、ガス圧力と水圧力との差圧を所定値以内に収めることができる。

【0042】ステップ1301ではガス圧力PRGASが $PRWTR + \Delta PRWTR1$ より大きいかなかを判断し、小さい場合はステップ1302で目標水流量TQWTRを0とし、大きい場合はステップ1303で起動時制御終了のフラグを立てて終了する。

【0043】図14には、図10のステップ1009での停止時制御の手続きの詳細内容を示す（請求項6に対応）。

【0044】このフロー制御は、燃料電池の停止時に水の実圧力が大気圧付近の所定の圧力に到達し先に水の運転を停止し、その後ガスの制御を停止させるものである。このように制御することで、停止時も水の圧力がガスの圧力よりも高くなることを防止するものである。

【0045】ステップ1401では水圧力PRWTRが $PR0 + \Delta PR1$ （PR0は大気圧）より小さいかを判定し、小さくない場合はそのまま終了し、小さい場合はステップ1402へ進み、目標水流量TQWTRを0とし、ステップ1403へ進む。

【0046】ステップ1403では水圧力PRWTRが $PR0 + \Delta PR2$ （ $\Delta PR2 < \Delta PR1$ ）より小さいかを判定し、小さくない場合はそのまま終了し、小さい場合はステップ1404へ進み、目標ガス圧力TPRにPR1（大気圧あるいはそれ以下の圧力制御を停止するための目標値）を代入し、目標ガス流量TQを0とし、終了する。

【0047】図3は、本発明に係る燃料電池の発電制御

7

装置による実際の圧力を用いずに制御した場合のガスと加湿水の圧力の様子を示す図であり、請求項1に対応する。

【0048】この例では、本実施形態と同様に目標発電量に応じて、ガス圧力、ガス流量、水流量の目標値を算出し、その目標値になるように各々を制御する。目標ガス圧力、目標ガス流量、目標水流量のテーブル（図7から図9）は、結果的にガスの圧力が加湿水の圧力よりも高く、かつ、ガス圧力と加湿水圧力との間の差圧が所定値以内に収まるように設計されているものとする。

【0049】しかし、経年変化や、加湿水の中にガスが混入するなどにより、ガスと水の圧力の関係がずれることがある。特に加湿水系は圧力制御ではなく流量制御であるので想定していた圧力が出ないことがありえる。その場合は図3のようにガス圧力と水圧力との差圧が許容範囲を超えてしまい、その結果、燃料電池の加湿器の多孔質膜を劣化させてしまうおそれがある。

【0050】そこで本実施形態では、図4に示すように、ガス圧力と加湿水圧力の少なくとも一方の実際の圧力として、加湿水の実際の圧力の検出値に基づき、ガスの目標圧力を補正し、その目標圧力になるようにガスの圧力制御を行うことで、ガス圧力と水圧力との差圧が許容範囲に収まるように制御する。

【0051】また、燃料電池の起動時、停止時にも、その立ち上げ方、立ち下げ方を工夫することでガスと水の圧力の関係を所定の関係に保つことができる。

【0052】図5に、起動時の制御の様子を示す。ガス圧力、水圧力とも大気圧である停止時から、まずガス制御を開始してガス圧力を上昇させ、実ガス圧力が水圧力との許容範囲に入ってから、水の制御を開始する。これにより、ガス圧力と水圧力との差圧を所定の範囲に保ちながら起動することができる。

【0053】ここで、停止時から水の制御が開始されるまでの間はガス圧力と水圧力との差圧が所定の範囲に収まっていないことがわかるが、この領域では圧力が大気圧付近で非常に小さいため、差圧が小さすぎることにによる問題は生じない。

【0054】図6に、停止時の制御の様子を示す。通常の運転状態からガス圧力と水圧力との差圧を保ちながら停止状態に向けて制御し、水圧力が大気圧付近の所定範囲に入ったら水の制御を停止し、水圧力が大気圧になったらガスの制御を停止する。これにより、ガス圧力と水圧力との差圧を所定の範囲に保ちながら停止することができる。また、起動時と同様に停止直前にはガス圧力と水圧力との差圧が所定の範囲に収まっていない部分があるが、ここでも差圧が小さすぎることにによる問題は生じない。

【0055】〔第1実施形態の効果〕以上説明した第1実施形態によれば、下記の効果が得られる。

（1）ガスの圧力を燃料電池の加湿水の圧力より高く、

(5)

特開2003-297400

8

かつ、ガスと加湿水の間の差圧が所定値以内に収まるように圧力制御を行うことで加湿を行うので、加湿器の多孔質膜を損傷することを防止できる。

（2）加湿水の実際の圧力を検出してその実圧力と所定値以内の差圧となるようにガスの圧力制御を行うので、加湿水が目標圧制御をしていないとも確実に差圧を所定値以内に制御できる。

【0056】（3）実圧力検出を加湿水で行うので、差圧の制御はガスの圧力を制御することで行うことになり、直接的に圧力を制御できるので、制御が容易になる。

【0057】本発明とは逆に、ガスの実圧力に基づき加湿水の圧力を制御しようとする、加湿水系にはポンプしかないので圧力を直接的には制御できず、流量を制御することで間接的に圧力を制御することになるので精度よく制御するのが難しい。燃料電池システムにはガスの圧力を制御する手段は通常備えているので、本実施形態では、これを利用できる。

【0058】（4）水の実際の圧力に基づいてガスの目標圧力を補正することで、より簡単な構成でガス圧力と水圧力との間の差圧が所定値以内に収めることができる。

（5）燃料電池の起動時に、ガスの圧力制御を開始し、ガス圧力が所定圧力まで到達したら加湿水の制御を開始するので、水圧力、ガス圧力とも大気圧とも大気圧である状態からシステムを立ち上げる場合でも、水圧力がガス圧力を上回ることを防止することができる。

【0059】（6）燃料電池の停止時に、ガス圧力と水圧力との間の差圧を所定の関係を保ったまま停止に向かって制御し、水圧が大気圧付近に近づいたら先に水の運転を停止し、その後、ガスの運転を停止するため、水圧力、ガス圧力とも大気圧となる状態にシステムをもっていく場合でも、確実に水圧力がガス圧力よりも低い状態を維持してシステムを停止することができる。

（7）加湿水は燃料電池の冷却水も兼ねることでシステム構成が簡略なものになる。

【0060】（8）差圧制御に下限値を設定することで、ガス圧力と水圧力との差圧が低くなり、ガス圧力が水圧力に近づくあるいは、水圧力がガス圧力を上回ることで、圧縮性流体であるガスが非圧縮性流体である水の圧力を支えきれず、その結果、水とガスの圧力のアンバランスにより多孔質膜が損傷してしまうことを防止できる。またある程度の余裕をもって下限値を設定しておくことで、制御の誤差、応答遅れがあったとしても、確実に水圧力がガス圧力よりも低い状態を維持することができる。

【0061】〔第2実施形態〕本実施形態は、ガスの実圧力に対して水の圧力を所定の範囲に収めるように制御するものである。図10のゼネラルフローチャートの内容は第1実施形態と同様なので、図12についてのみ説明する。

50

9

【0062】図12には、図10のステップ1010でのガス圧力/水流量目標値補正手続きの詳細内容を示す。ステップ1201では水圧力PRWTRが $PRGAS - \Delta PRGAS1$ ($\Delta PRGAS1$: 下限値、例えば50 [kPa]) より小さいか判断し、小さい場合はそのままステップ1203へ進み、小さくない場合はステップ1202で目標水流量TQWTRに $TQWTR - \Delta QWTR$ ($\Delta QWTR$: 補正値) を代入してTQWTRを補正してステップ1203へ進む。

【0063】ステップ1203では水圧力PRWTRが $PRGAS - \Delta PRGAS2$ ($\Delta PRGAS2$: 所定値 $> \Delta PRGAS1$ 、例えば100 [kPa]) より大きいと判断し、大きい場合はそのまま終了し、小さくない場合はステップ1204で目標水流量TQWTRに $TQWTR + \Delta QWTR$ を代入してTQWTRを補正して終了する。

【0064】ここで、第1実施形態は、水の実圧力に基づいてガス圧を補正するものであり、第2実施形態は、ガスの実圧力に基づいて水の圧力(流量)を補正するものとしたが、これらは、両方を同時に行ってもよい。

【0065】以上の実施形態で説明したガスとは、燃料電池の燃料極のガス(水素)、酸化剤極のガス(空気)のいずれでもよく、第2実施形態で用いるガス圧力は、燃料極ガスと酸化剤極ガスの両方が検出できる場合には、それらの圧力の小さい方の値を用いるのがよい。

【0066】以上説明した実施形態では、加湿手段は図2に示すように燃料電池の外に加湿器がある、いわゆる「外部加湿」のシステムを例に挙げたが、燃料電池の内部で加湿を行う「内部加湿」のシステムにおいて同様にガスと加湿水の差圧力を管理する要求があり、加湿手段としてこの「内部加湿」を有するシステムに対しても本発明は有効である。

【0067】また、圧力制御は、流量を制御することで実質的に圧力を変化させる制御で代用してもかまわない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を適用した燃料電池システムのハードウェア構成図である。

【図2】多孔質膜を用いた加湿器の構造を説明する模式断面図である。

【図3】本発明に係る燃料電池の発電制御装置による燃

(6)

特開2003-297400

10

料電池運転中の様子を表わす図である。

【図4】第1実施形態の燃料電池運転中の様子を表わす図である。

【図5】第1実施形態の燃料電池起動手続き中の様子を表わす図である。

【図6】第1実施形態の燃料電池停止手続き中の様子を表わす図である。

【図7】目標発電量に対する目標ガス圧力のテーブルの一例を示す図である。

【図8】目標発電量に対する目標ガス流量のテーブルの一例を示す図である。

【図9】目標発電量に対する目標水流量のテーブルの一例を示す図である。

【図10】第1、第2実施形態のゼネラルフローチャートである。

【図11】第1実施形態のガス圧力/水流量目標値補正の手続きを表す詳細フローチャートである。

【図12】第2実施形態のガス圧力/水流量目標値補正の手続きを表す詳細フローチャートである。

【図13】第1、第2実施形態の起動時制御の手続きを表す詳細フローチャートである。

【図14】第1、第2実施形態の停止時制御の手続きを表す詳細フローチャートである。

【符号の説明】

1…燃料電池スタック

2…加湿器

3…コンプレッサ

4…スロットル

5…高圧水素タンク

6…可変バルブ

7…バージ弁

8…イジェクタ

9…水ポンプ

10…駆動ユニット

11…空気圧力センサ

12…水素圧力センサ

13…空気流量センサ

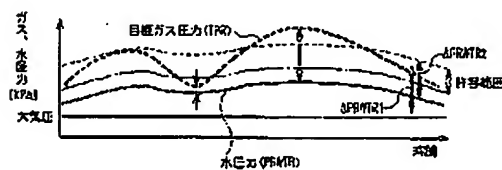
14…水素流量センサ

15…水压センサ

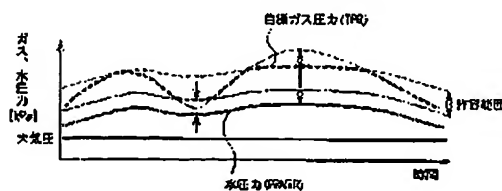
16…コントローラ(発電制御装置)

21…多孔質膜

【図3】



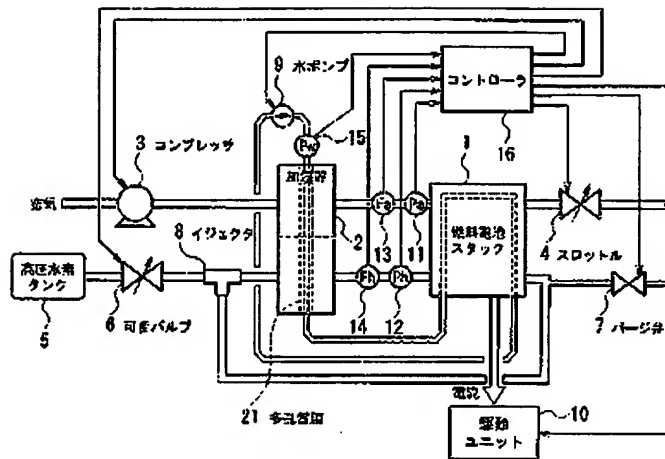
【図4】



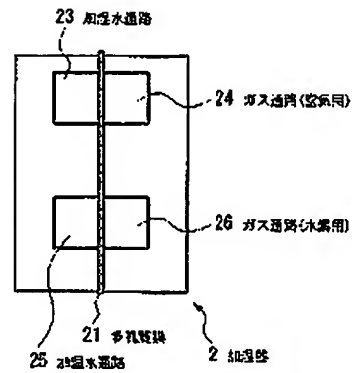
(7)

特開2003-297400

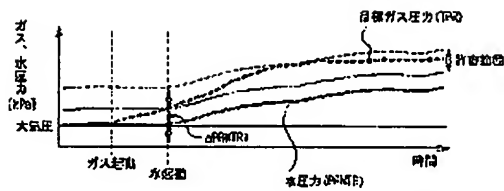
【図1】



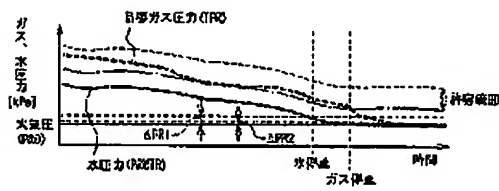
【図2】



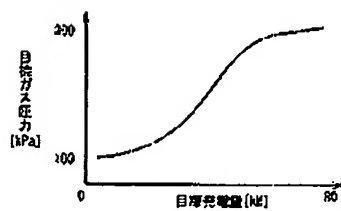
【図5】



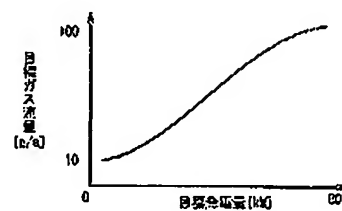
【図6】



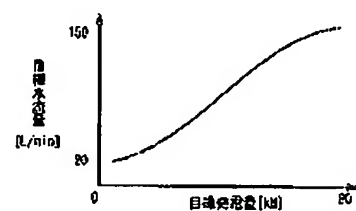
【図7】



【図8】



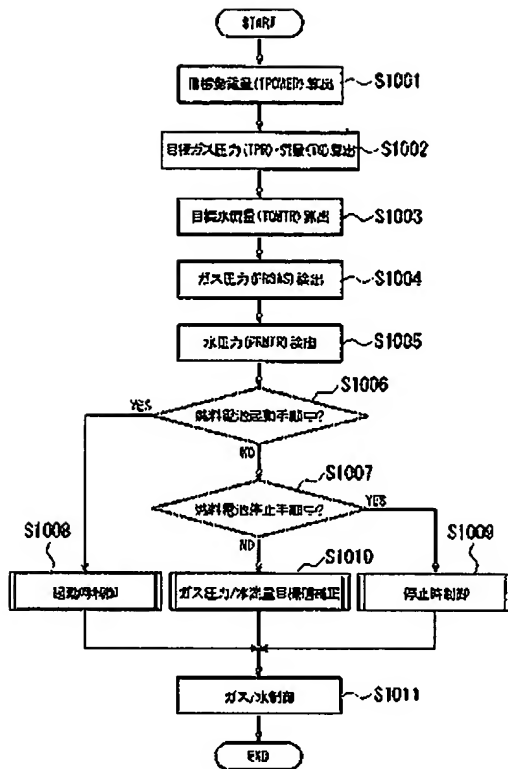
【図9】



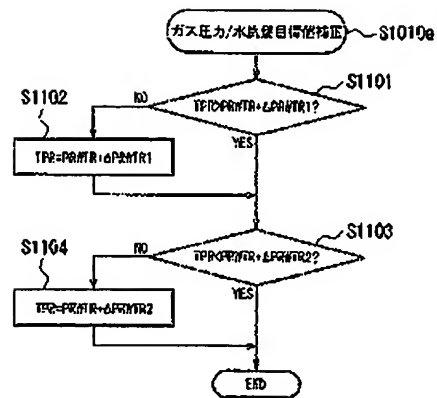
(8)

特開2003-297400

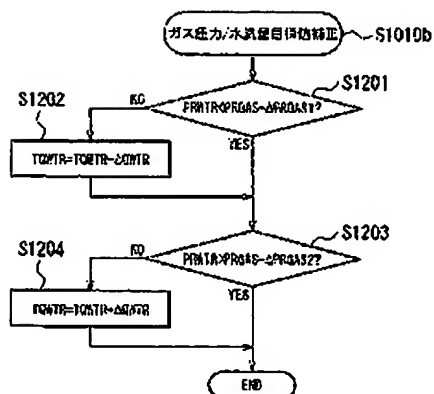
【図10】



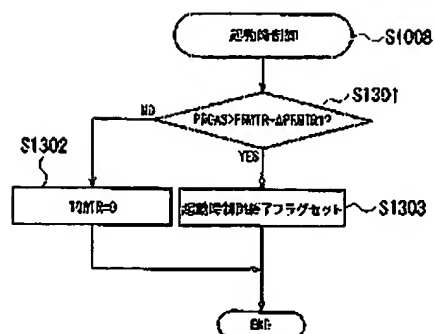
【図11】



【図12】



【図13】



(9)

特開2003-297400

【図14】

